Aus dem Anatomischen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. W. Graumann

Die Lage des Canalis Mandibulae und seiner beiden Foramina

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Nora Christiansen
aus Nissi/Estland

1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547611_0095

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. W. Graumann

Die Lage des Canalis Mandibulae und seiner beiden Foramina

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Nora Christiansen
aus Nissi/Estland

1969

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. J. Hirschmann

Berichterstatter: Professor Dr. H. Feneis

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Für die Überlassung des Themas und die Anleitung und Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit danke ich Herrn Prof. Feneis sehr herzlich.

INHALTSANGABE

I. EINFÜHRUNG S. 1

II. MATERIAL UND METHODIK S. 6

III. STATISTISCHE GRUNDLAGEN S. 8

IV. LOKALISATION DES FORAMEN MENTALE S. 9

a) Beziehung des Foramen mentale zu den Zähnen S. 9

b) Entfernung des Foramen mentale zur Basislinie S. 13

c) Höhe des Unterkieferkörpers im Bereich des Foramen mentale (bezahnte Kiefer) S. 14

d) Lage des Foramen mentale in bezug auf den Canalis mandibulae S. 14

e) Überschneidung von Zahnwurzel und Canalis mandibulae S. 16

V. AUSMESSUNG DES CORPUS-RAMUS-WINKELS S. 17

VI. VERMESSUNG DES FORAMEN MANDIBULAE

a) Breite des Astes in Höhe des Foramen mand. S. 19

b) Lage des Foramen mandibulae in bezug auf den Halbierungspunkt der Astbreite S. 20

c) Entfernung von Foramen mand. zur vorderen Kante S. 22

d) Entfernung von Foramen mand. zur hinteren Kante S. 23

e) Lage des Foramen mand. in bezug auf die Occlusionsebene S. 23

f) Ergänzung der Orientierungslinien S. 26

VII. LOKALISATION DES FORAMEN MAND. IM KIEFERAST DURCH AUFSTELLUNG VON INDEXWERTEN S. 29

VIII. ZUSAMMENFASSUNG S. 37

IX. LITERATURANGABEN S. 39

I. EINFÜHRUNG

Die Lage des Canalis mandibulae und seiner beiden Foramina.

Die Lokalisation des Foramen mentale, des Foramen mandibulae wie auch des Canalis mandibulae ist sowohl für die praktische Zahnheilkunde, als auch für die Unterkiefer-Chirurgie von großer Bedeutung. Um so verwunderlicher ist es, daß bis heute nur wenig Arbeiten vorliegen, die eine exakte Topographie dieser Foramina und des Mandibularkanals behandeln. Das gilt für das Foramen mandibulae und den Mandibularkanal in noch stärkerem Maße als für das Foramen mentale. Zwar gibt MARTIN in seiner Anthropologie (1928) eine genaue Vermessung des Unterkiefers wieder. Die beiden genannten Foramina sind jedoch nicht berücksichtigt. Erst H. E. SCHULZ (1933) führt genaue Meßdaten für das Foramen mentale an. Dabei erwähnt er starke Schwankungen sowohl zwischen den einzelnen Individuen als auch zwischen der rechten und linken Seite desselben Unterkiefers. Für die genaue Lokalisation des Foramen mentale verwendet er zwei Angaben:

Erstens bestimmt er die Lage des Foramen mentale, indem er die Gesamthöhe des Unterkieferkörpers und in Beziehung dazu die Höhe des Foramen mentale mißt. Als untere Bezugsebene gilt dabei die Auflageebene des Unterkiefers. Die Gesamthöhe betrug bei 31 Kiefern im Durchschnitt 30,03 mm, mit einem Variationsbereich von 26 - 34 mm. Für die Strecke von der Auflageebene bis zum Foramen mentale gibt er einen Durchschnitt von 12,97 mm mit einem Schwankungsbereich von 10 - 16 mm an.

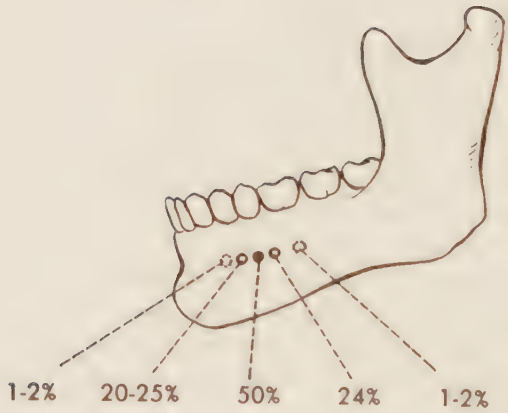

Abb. 1: Lage des Foramen mentale in Beziehung zu den Zähnen nach TEBO-TELFORT aus HOLLINSHEAD. Das Foramen liegt am häufigsten unter P_2

Zweitens erfaßt H. E. SCHULZ die Lage des Foramen mentale in seiner Beziehung zu den Zähnen. Wenn wir, um die Werte vergleichen zu können, die Ergebnisse von SCHULZ in ein Schema eintragen, so erhalten wir für die 31 Unterkiefer folgende Zahlen:

unter der Mitte von P_1		0
unter dem Hinterrand von P_1	4	12,9 %
zwischen P_1 und P_2	3	9,7 %
unter dem Vorderrand von P_2	6	19,35 %
unter der Mitte von P_2	12	38,7 %
unter dem Hinterrand von P_2	6	19,35 %
zwischen P_2 und M_1		0
unter der Mitte von M_1		0

Für den Kieferastwinkel nennt SCHULZ ein Durchschnittsmaß von 125,7°, wobei kein Wert unter 115° auftritt.

In einer weiteren Veröffentlichung - es ist ein Referat von G. TEBO und I. TELFORT (1950) - wird ebenfalls eine genaue Lokalisation des Foramen mentale, bezogen auf die Zähne, angegeben. Diese Beobachtungen basieren auf 100 Unterkiefern.

Im einzelnen lauten die Werte:

	rechts	links	gesamt
vor P_1	0	0	0
unter P_1	2,3 %	1,2 %	1,75%
zwischen P_1 und P_2	25,3 %	20,7 %	23,0 %
unter P_2	46,0 %	52,8 %	49,4 %
hinter P_2	24,1 %	24,1 %	24,1 %
unter M_1	2,3 %	1,2 %	1,75%

Diese Werte gibt HOLLINSHEAD (1961) vereinfacht in einem Schema wieder (Abb. 1).

Die Werte von SCHULZ und TEBO-TELFORT in eine vereinfachte Übersicht übertragen geben folgende Aufstellung:

SCHULZ vereinfacht		TEBO-TELFORT vereinfacht		
		rechts	links	gesamt
$P_1 - P_2$	42 %	27,6 %	21,9 %	24,75 %
P_2	39 %	46,0 %	52,8 %	49,4 %
$P_2 - M_1$	19 %	26,4 %	25,3 %	25,85 %

Der jüngsten Arbeit auf diesem Gebiet von P.R.HARTMANN (1966) über das Foramen mentale bei Menschen und bei Affen zufolge soll das Foramen mentale in den meisten Fällen bei Europäern zwischen dem ersten und zweiten Prämolaren, bei Melanesiern unter dem zweiten Prämolaren liegen.(Abb.2 und 3). Die Lage des Foramen zu den Wurzelspitzen gibt HARTMANN in einer Zeichnung wieder. Aus ihr geht hervor: bei den hohen Kiefern liegt das Foramen mentale viel tiefer als die Wurzelspitze. Bei den niederen Unterkiefern finden wir das Foramen mentale sogar oberhalb der Wurzelspitze des zweiten Prämolaren.

Da Angaben über die Lage des Foramen mandibulae weder in den angegebenen Arbeiten noch in der sonstigen Literatur zu finden waren, soll einmal versucht werden, diese Lücke zu schließen, z um anderen sollen die angegebenen Werte für die Lage des Foramen mentale kontrolliert und drittens die Lage des Canalis mandibulae zum Foramen mentale und den Wurzelspitzen untersucht werden.

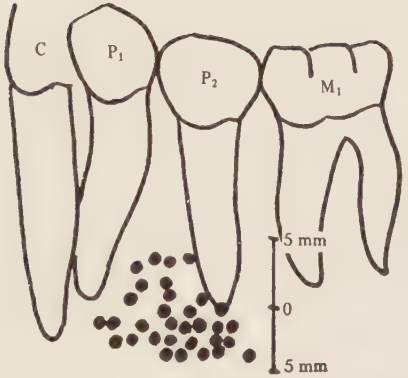

Abb. 2: Lage des Foramen mentale zu den Wurzelspitzen der Prämolaren bei Europäern nach P. R. HARTMANN. Das Foramen liegt hier am häufigsten zwischen P_1 und P_2, die Lage variiert in der Höhe um 10 mm.

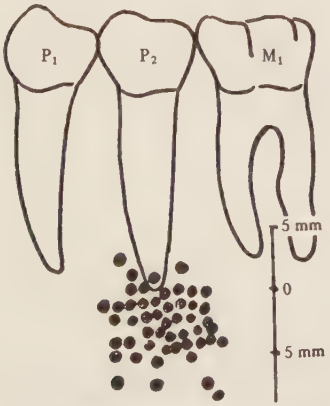

Abb. 3: Lage des Foramen mentale zu den Wurzelspitzen der Prämolaren bei Melanesiern nach P. R. HARTMANN. Das Foramen liegt hier am häufigsten unter P_2, die Lage variiert in der Höhe um 15 mm.

II. MATERIAL UND METHODIK

Zur Untersuchung kamen 100 mazerierte Unterkiefer, die zur Hälfte der Sammlung des Anatomischen Instituts entstammen, zur anderen Hälfte durch liebenswürdiges Entgegenkommen von Herrn Prof. Gieseler aus der Sammlung des Anthropologischen Instituts Tübingen untersucht werden konnten. Bei diesen Gruppen handelt es sich um weibliche und männliche Unterkiefer. Eine Trennung nach Geschlechtern ließ sich nicht mit Sicherheit durchführen.

Bei jedem Unterkiefer wurde das Foramen mentale und das Foramen mandibulae mit je einer Bleikugel markiert und dann von jeder Kieferhälfte eine Röntgenaufnahme mit 100 cm Filmfokusabstand gemacht. Dabei lag der Film der Innenseite des Unterkiefers an und der Röntgenstrahl kam für jede Aufnahme von außen. Die Messungen werden jeweils in cm angegeben.

Um die Lageverhältnisse auf den Röntgenaufnahmen zahlenmäßig zu erfassen, wurde eine Reihe von Orientierungslinien erforderlich, die z. T. allgemein üblicher anthropologischer Methodik entsprechen. Im einzelnen handelt es sich um folgende Linien und Strecken (Abb.4):

1) Die Basalrandgerade (nach KEITER).
2) Die Gerade entlang dem Hinterrand des Kieferastes.
3) Die durch die Mitte des Foramen mandibulae laufende Senkrechte auf der Geraden 2.
4) Die durch die Mitte des Foramen mandibulae verlaufende Senkrechte zur Geraden 3. Sie verläuft parallel zur Geraden 2.
5) Die vom Foramen mandibulae zum letzten Berührungspunkt des Unterkieferkörpers mit der Basallinie verlaufende Strecke.
6) Die durch die Mitte des Foramen mentale laufende Senkrechte zur Geraden 1 (Basalrandebene).
7) Occlusionslinie.

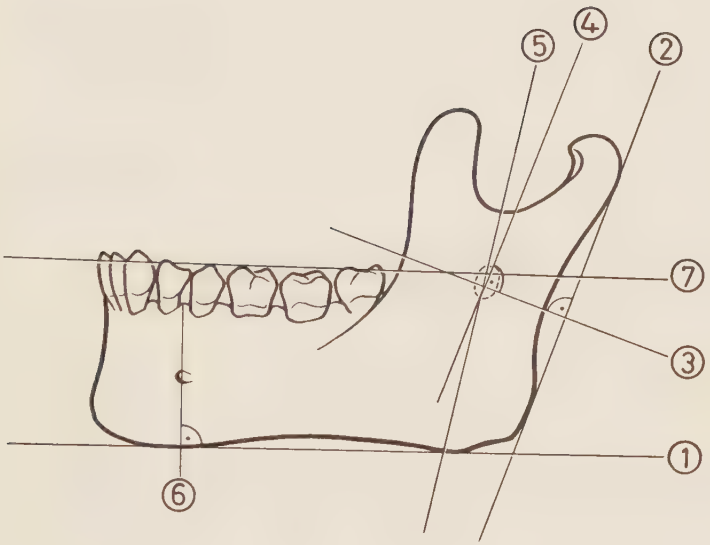

Abb. 4: Orientierungslinien zur Lagebestimmung des Foramen mentale und mandibulae. Näheres siehe Text.

III. STATISTISCHE GRUNDLAGEN

Es müssen die Mittelwerte und die Streubereiche der Mittelwerte der einzelnen Meßreihen bestimmt werden.

Der Mittelwert $\bar{x}$ einer Reihe von Einzelmessungen errechnet sich aus der Summe aller Einzelwerte; also

$$\bar{x} = \frac{x}{n} \qquad (1)$$

Der mittlere Fehler der Einzelmessung bzw. die Streubreite wird ermittelt nach der Formel

$$s_{\bar{x}} = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - x_1)^2}{n - 1}} \qquad (2)$$

Aus (1) und (2) ergibt sich dann der volle Meßwert, d. h. der Mittelwert mit seinem Streubereich

$$M = \bar{x} \pm s_{\bar{x}} \qquad (3)$$

IV. DIE LOKALISATION DES FORAMEN MENTALE

Für die Lagebestimmung des Foramen mentale sind mit Rücksicht auf die praktische Handhabung besonders der Zähne und die Entfernung des Foramen mentale von der Basislinie geeignet. Diese Werte seien daher zunächst ermittelt.

a) Beziehung des Foramen mentale zu den Zähnen.

Diese Bestimmung wurde direkt am Kiefer durchgeführt. Aus den Messungen ergibt sich folgende prozentuale Verteilung:

	bezahnte Kiefer		%	
	li.	re.	li.	re.
vor P_1	0	0	0	0
unter P_1	2,0	1,0	2,5	1,0
zwischen P_1 u. P_2	50,0	55,0	61,0	65,0
unter P_2	29,0	27,0	35,0	32,0
zwischen P_2 und M_1	1,0	2,0	1,5	2,0

Die prozentuale Verteilung dieser Werte in einem Koordinatensystem zeigt Abb. 5.

Die Übertragung in das HOLLINSHEAD'sche Schema gibt Abb. 6 wieder (s. S. 11).

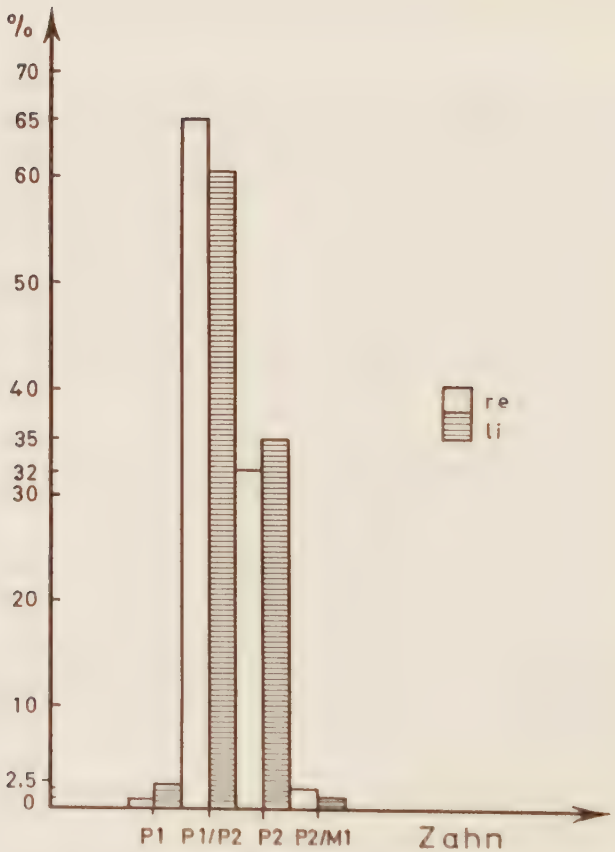

Abb. 5: Häufigkeitsvorkommen der Lage des Foramen mentale in Bezug auf die Zähne: es liegt am häufigsten unmittelbar vor oder unter P_2 (re. 97 %, li. 96 %). Unter P_1 und zwischen P_2 und M_1 nur mit re. 3 % und li. 4 %. Dieser Befund deckt sich in etwa mit den Angaben von HARTMANN.

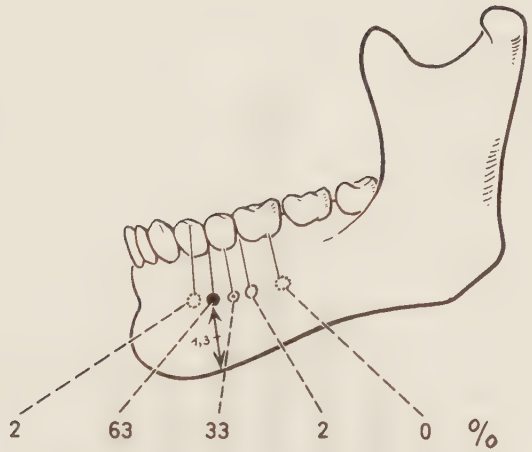

Abb. 6 : Häufigkeit der Lagebestimmung zwischen Foramen mentale und den Zähnen in %.Die Angabe ↕ 1,3 heißt,daß der Mittelwert der Entfernung vom For.ment. bis zur Basislinie im Durchschnitt 1,3 cm beträgt und von 0,8 - 1,7 cm streut.

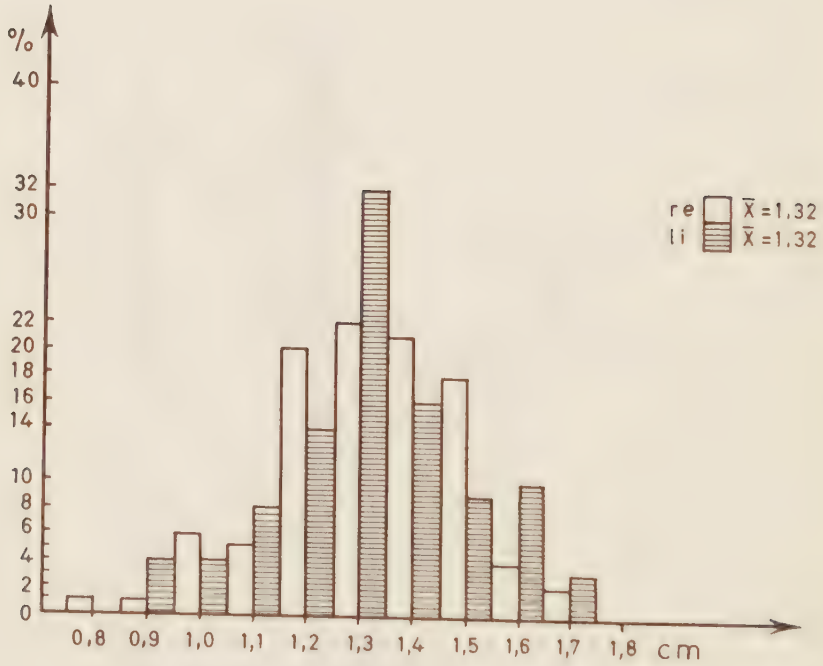

Abb. 7: Die Entfernung von Foramen mentale zur Basislinie (nach Abb. 4, Linie 1). Sie beträgt im Durchschnitt 1,3 cm und streut von 0,8 cm bis 1,7 cm.

b) Entfernung des Foramen mentale von der Basislinie.

Aus Formel (1) ergibt sich für den Mittelwert

re $\bar{x} = \frac{131,6}{100} = 1,316$; li $\bar{x} = \frac{132,3}{100} = 1,323$

Aus Formel (2) ergibt sich für den Streubereich

re $s_{\bar{x}} = \pm \sqrt{\frac{2,9200}{99}}$ li $s_{\bar{x}} = \pm \sqrt{\frac{3,3820}{99}}$

$= \pm \sqrt{0,0294}$ $= \pm \sqrt{0,0341}$

$= \pm 0,1715$ $= \pm 0,1850$

Aus Formel (3) ergibt sich also

re $M = 1,316 \pm 0,1715$; li $M = 1,323 \pm 0,1850$

Prozentuale Verteilung

re		li	
>1,492	24 %	>1,505	13 %
1,4	21 %	1,5	9 %
1,3	22 %	1,4	16 %
1,2	20 %	1,3	32 %
<1,1445	13 %	1,2	14 %
		<1,138	16 %

Die graphische Darstellung dieser Werte zeigt Abb. 7.

c) Höhe des Unterkieferkörpers im Bereich des Foramen mentale (nur bezahnten Kiefer).

Die gemessenen Werte für die Unterkieferhöhe der unbezahnten Kiefer werden nicht wiedergegeben, da sie naturgemäß außerordentlich schwanken und von verschiedenen Faktoren abhängen. So ist z. B. beim Lückengebiß die Unterkieferbreite davon abhängig, welche Zähne fehlen. Außerdem spielt die Frage eine Rolle, wielange der Zahnverlust zurückliegt und das ist meistens nicht kontrollierbar.

Formel (1) ergibt für die Höhe der bezahnten Kiefer

$$\text{re } \bar{x} = \frac{258{,}6}{87} = 2{,}974 \qquad \text{li } \bar{x} = \frac{241{,}8}{85} = 2{,}821$$

$$(2) \rightarrow \text{re } s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{11{,}44}{86}} \qquad \text{li } s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{12{,}72}{84}}$$

$$= \pm\sqrt{0{,}1330} \qquad = \pm\sqrt{0{,}1514}$$

$$= \pm\ 0{,}36 \qquad = \pm\ 0{,}39$$

$$(3) \rightarrow \text{re } M = 2{,}974 \pm 0{,}36 \qquad \text{li } M = 2{,}821 \pm 0{,}39$$

d) Lage des Foramen mentale in bezug auf den Canalis mandibulae:

Prozentuale Verteilung der 171 beurteilbaren Kieferhälften:

Es liegen bei 4 % der Kanal höher, bei 73 % der Kanal tiefer als das Foramen mentale und 23 % der Fälle be-

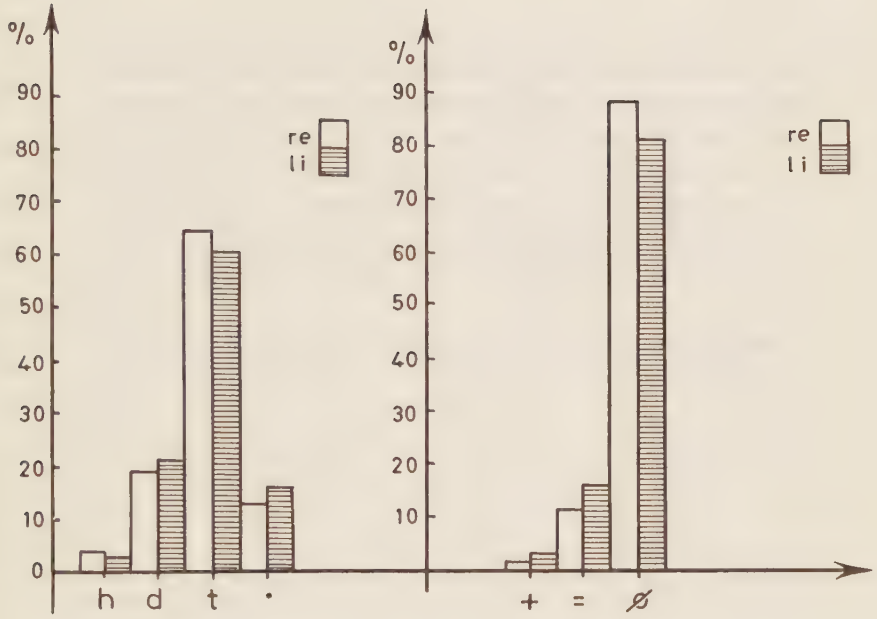

Abb. 8:

links: Lagebeziehung des Canalis mand. zum Foramen ment.:

h ⟶ der Canalis mand. liegt höher als das For. ment. (4 bzw. 3 %)

d ⟶ Canalis mand. und For. ment. berühren sich (19 bzw. 21 %)

t ⟶ der Canalis mand. liegt tiefer als das For. ment. (64 bzw. 60 %)

. ⟶ nicht auswertbare Fälle

rechts: Lagebeziehung von Wurzelspitze und Canalis mand.:

+ ⟶ Spitze und Canalis mand. überschneiden sich (1 bzw. 3 %)

= ⟶ Spitze und Canalis berühren sich (11 bzw. 16 %)

Ø ⟶ eine Berührung von Spitze und Canalis läßt sich nicht erkennen (88 bzw. 81 %)

rührt der Kanal das Foramen oder liegen auf gleicher Höhe.

e) Eine Überschneidung von Zahnwurzel (es handelt sich jeweils um den letzten oder vorletzten Molaren) und Canalis mandibulae konnte bei nur 2 % aller 200 Unterkieferhälften beobachtet werden. Eine Berührung von Zahnwurzel und Canalis mandibulae fand sich in 13,5 % aller Kieferhälften. Bei dem Rest (84,5 %) liegt der Kanal stets tiefer als die Wurzelspitzen.

Graphisch wird die prozentuale Verteilung in Abb. 8 dargestellt.

V. AUSMESSUNG DES CORPUS-RAMUS-WINKELS

Die Messungen werden mit einem Winkelmesser und einem Lineal ausgeführt. Es ergeben sich Werte ähnlich denen von SCHULZ, der als Mittelwert seiner Messungen $125,7^{\circ}$ fand.

(1) ⟶

re $\bar{x} = \frac{12721}{100} = 127,21$; li $\bar{x} = \frac{12728}{100} = 127,28$

Die Streubreite von diesem $\bar{x}$ ist jedoch sehr groß, sie beträgt:

(2) ⟶

re $s_{\bar{x}} = \pm \sqrt{\frac{4779}{99}}$ li $s_{\bar{x}} = \pm \sqrt{\frac{4901}{99}}$

$= \pm \sqrt{48,2727}$ $= \pm \sqrt{49,5050}$

$= \pm \quad 6,948$ $= \pm \quad 7,036$

Der Mittelwert hat demnach eine große Schwankungsbreite und liegt

(3) ⟶

re $M = 127,21 \pm 6,948$ li $M = 127,28 \pm 7,036$

Auch die untere Grenze der Mittelwerte stimmt ungefähr mit den Werten von SCHULZ überein, der keinen Wert unter 115° feststellte. In dem untersuchten Material findet man zwar rechts und links jeweils 3 % unter 115°, jedoch liegt kein Wert unter 110°.

Tabelle I

Die prozentuale Verteilung ergibt:

	re		li	
	110°	1 %	110°	1 %
	112°	1 %	112°	2 %
	114°	1 %	114°	-
	115°	1 %	115°	-
	116°	-	116°	1 %
	118°	6 %	118°	8 %
	119°	1 %	119°	1 %
	120°	14 %	120°	12 %
	121°	1 %	121°	1 %
	122°	7 %	122°	5 %
	123°	-	123°	1 %
	124°	3 %	124°	3 %
	125°	7 %	125°	10 %
	126°	10 %	126°	5 %
	127°	1 %	127°	2 %
	128°	5 %	128°	-
	130°	15 %	130°	13 %
	131°	1 %	131°	-
	132°	5 %	132°	6 %
	133°	1 %	133°	-
	134°	1 %	134°	1 %
	135°	3 %	135°	7 %
	136°	5 %	136°	3 %
	137°	1 %	137°	1 %
	138°	3 %	138°	3 %
	140°	6 %	140°	5 %
	141°	-	141°	1 %
	142°	1 %	142°	1 %

VI. VERMESSUNG DES FORAMEN MANDIBULAE

Die Lage des Foramen mandibulae wurde unter folgenden Gesichtspunkten geprüft:

1) wie liegt es zur Occlusionsebene
2) wie liegt es zur Mitte des Unterkieferastes
3) wie weit liegt es zur vorderen bzw. zur hinteren Astkante

Die erforderlichen Hilfslinien finden sich in Abb. 4.

Am Patienten dürfte die Lage des Foramen in bezug auf die Occlusionsebene und der Abstand von der Ramusvorderkante am besten zu bestimmen sein.

Die Messungen ergeben folgende Werte:

a) Breite des Astes in Höhe des Foramen mandibulae

(1) $\longrightarrow$

re $\bar{x} = \frac{277}{100} = 2{,}77$; li $\bar{x} = \frac{276}{100} = 2{,}76$

(2) $\longrightarrow$

re $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{6{,}891}{99}}$

$= \pm\sqrt{0{,}0696}$

$= \pm\ 0{,}264$

li $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{6{,}5594}{99}}$

$= \pm\sqrt{0{,}0662}$

$= \pm\ 0{,}257$

(3) $\longrightarrow$

re $M = 2{,}77 \pm 0{,}264$; li $M = 2{,}76 \pm 0{,}257$

Prozentuale Verteilung:

re		li	
>3,034	11 %	>3,017	13 %
3,0	14 %	3,0	10 %
2,9	16 %	2,9	18 %
2,8	13 %	2,8	10 %
2,7	15 %	2,7	17 %
2,6	12 %	2,6	8 %
2,5	8 %	2,5	9 %
<2,506	11 %	<2,503	15 %

b) Die Lage des Foramen mandibulae in bezug auf den Halbierungspunkt der Astbreite:

Das Foramen ist vom Mittelpunkt nach vorne (+) bzw. nach hinten (-) verschoben:

(+)-Werte	re	0,05 =	5 %	li	0,2 = 1 %
					0,05 = 9 %
(-)-Werte	re	>0,25 =	18 %	li	>0,25 = 19 %
		0,25 =	11 %		0,25 = 5 %
		0,2 =	13 %		0,2 = 14 %
		0,15 =	13 %		0,15 = 12 %
		0,1 =	18 %		0,1 = 11 %
		0,05 =	13 %		0,05 = 17 %
			86 %		78 %

Genau in der Mitte liegen

re 9 % li 12 %

Im Durchschnitt liegt das Foramen mandibulae 1 - 2 mm hinter dem Mittelpunkt der Ramusbreite.

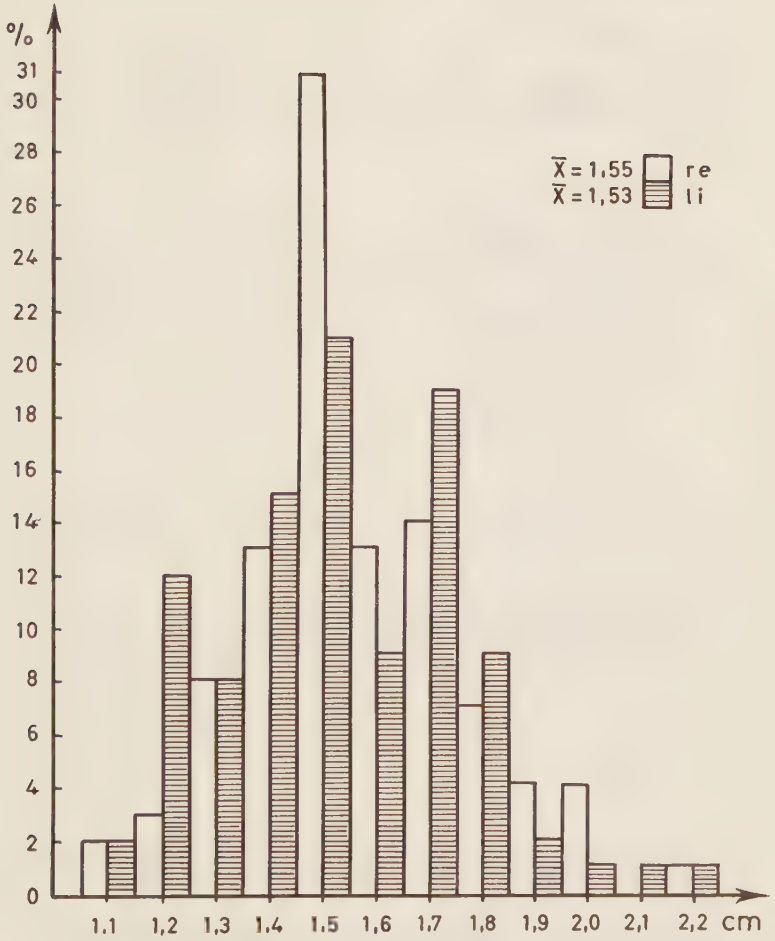

Abb. 9: Entfernung des Foramen mandibulae von der Vorderkante des Ramus mandibulae. Der Mittelwert beträgt 1,5 cm und streut von 1,1 bis 2,2 cm (für die Praxis näherungsweise ± 0,5 cm).

c) Entfernung von der vorderen Kante:

(1) ⟶

re $\bar{x} = \frac{154,8}{100} = 1,548;$ li $\bar{x} = \frac{152,5}{100} = 1,525$

(2) ⟶

re $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{4,8900}{99}}$

$= \pm\sqrt{0,0493}$

$= \pm\ 0,222$

li $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{4,1300}{99}}$

$= \pm\sqrt{0,0417}$

$= \pm\ 0,204$

(3) ⟶

re $M = 1,548 \pm 0,222;$ li $M = 1,525 \pm 0,204$

Die prozentuale Verteilung ergibt:

re			li		
	>1,752	16 %		>1,747	14 %
	1,7	14 %		1,7	19 %
	1,6	13 %		1,6	9 %
	1,5	31 %		1,5	21 %
	1,4	13 %		1,4	15 %
	<1,344	13 %		<1,303	22 %

Die prozentuale Verteilung im Koordinatensystem wird in Abb. 9 dargestellt.

d) Entfernung von der hinteren Kante:

(1) ⟶

re $\bar{x} = \frac{121,7}{100} = 1,217$; li $\bar{x} = \frac{123,4}{100} = 1,234$

(2) ⟶

re $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{3,7836}{99}}$ li $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{3,5851}{99}}$

$= \pm\sqrt{0,0382}$ $= \pm\sqrt{0,0362}$

$= \pm 0,195$ $= \pm 0,190$

(3) ⟶

re $M = 1,217 \pm 0,195$; li $M = 1,234 \pm 0,190$

e) Lage des Foramen mandibulae in bezug auf die Occlusionslinie (bezahnte Kiefer):

Das Foramen mandibulae liegt

1) oberhalb (+) der Linie:

(1) ⟶

re $\bar{x} = \frac{9,7}{22} = 0,441$ li $\bar{x} = \frac{8,5}{20} = 0,425$

(2) ⟶

re $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{2,6932}{21}}$ li $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{1,4380}{19}}$

$= \pm\sqrt{0,1282}$ $= \pm\sqrt{0,0756}$

$= \pm 0,358$ $= \pm 0,275$

(3) ⟶

re $M = 0,44 \pm 0,358$ li $M = 0,43 \pm 0,275$

Prozentuale Verteilung:

		Kiefer				Kiefer	
re	> 0,798	4	18,25 %	li	> 0,705	3	15 %
	0,7	0	0		0,7	0	0 %
	0,6	1	4,5 %		0,6	1	5 %
	0,5	3	13,5 %		0,5	2	10 %
	0,4	2	9,0 %		0,4	5	25 %
	0,3	4	18,25 %		0,3	4	20 %
	0,2	4	18,25 %		0,2	3	15 %
	< 0,1	4	18,25 %		< 0,155	2	10 %
		22	100,0 %			20	100 %

2) unterhalb (-) der Linie:

(1) ⟶

re $\bar{x} = \frac{14,0}{30} = 0,466$

li $\bar{x} = \frac{12,0}{30} = 0,400$

(2) ⟶

re $s_{\bar{x}} = \pm \sqrt{\frac{2,0680}{29}}$

$= \pm \sqrt{0,0713}$

$= \pm 0,267$

li $s_{\bar{x}} = \pm \sqrt{\frac{2,4200}{29}}$

$= \pm \sqrt{0,0620}$

$= \pm 0,249$

(3) ⟶

re $M = 0,46 \pm 0,267$

li $M = 0,40 \pm 0,249$

Prozentuale Verteilung:

		Kiefer				Kiefer	
re	> 0,722	4	13,0 %	li	> 0,723	4	13,0 %
	0,7	2	7,0 %		0,7	3	10,0 %
	0,6	4	13,0 %		0,6	3	10,0 %
	0,5	7	23,0 %		0,4	4	13,0 %
	0,3	5	17,0 %		0,3	4	13,0 %
	0,2	6	20,0 %		0,2	10	34,0 %
	< 0,178	2	7,0 %		< 0,137	2	7,0 %
		30	100,0 %			30	100,0 %

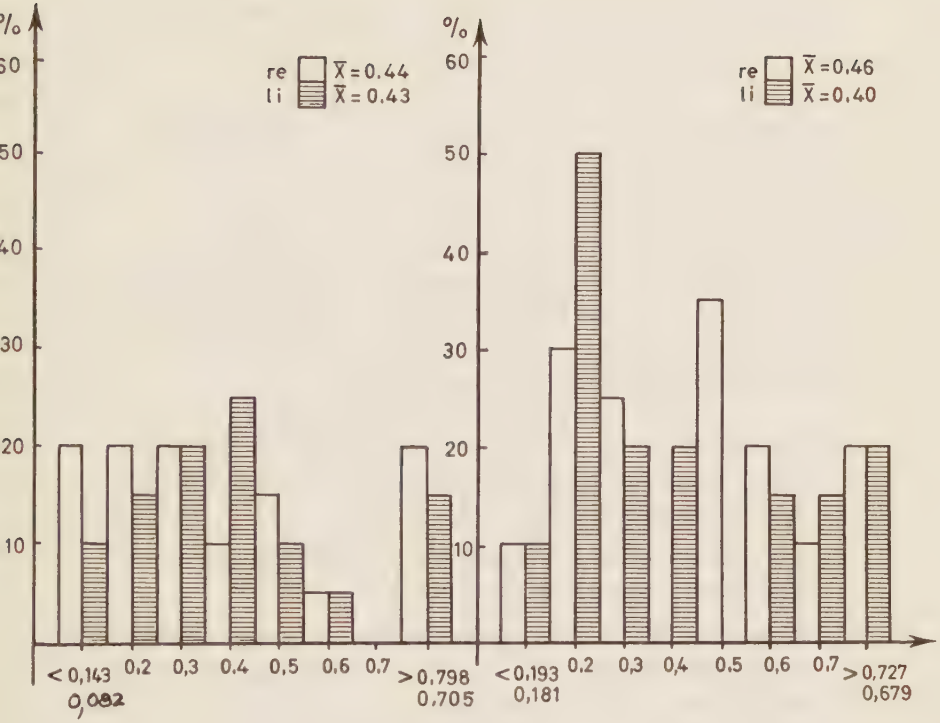

Abb. 10: Lage des Foramen mandibulae in bezug auf die Occlusionslinie:

links: das For. mand. liegt oberhalb der Occlusionslinie (22 bzw. 20 Fälle). Der Mittelwert beträgt mit Standardabweichung 0,44 $\pm$ 0,358 bzw. 0,43 $\pm$ 0,275 cm.

rechts: das For. mand. liegt unterhalb der Occlusionslinie (30 bzw. 30 Fälle). Der Mittelwert mit Standardabweichung beträgt 0,46 $\pm$ 0,267 bzw. 0,40 $\pm$ 0,249 cm.
In der Occlusionslinie liegt d. For. mand. bei 16 %.

3) Genau auf der Linie liegt das Foramen mandibulae

re 16 % li 16 %

Die graphische Darstellung der ober- und unterhalb liegenden Werte zeigt Abb. 10.

f) Die auf Seite 3 schon erwähnten Orientierungslinien bedürfen nun einer Ergänzung (Abb. 11) und zwar wird die Linie 3 in zwei Strecken a und b, die Linie 4 in zwei Strecken c und d aufgeteilt. Man erhält die einzelnen Strecken folgendermaßen:

1) Strecke b durch Errichten eines Lotes im Mittelpunkt F des Foramen mandibulae auf die Hinterkante des Kieferastes.
2) Strecke a durch Lotverlängerung bis zum Schnitt mit der Vorderkante des Astes.
3) Strecke c durch eine im rechten Winkel zu b durch F gezogene Gerade bis zum Schnitt mit der Incisura mand. bzw. der Kieferunterkante.
4) Strecke d durch die auf Strecke c liegende Entfernung von F zum Kieferunterrand.

Es finden sich nun folgende Mittelwerte und Streubereiche für

Strecke a re M = 2,77 $\pm$ 0,264 li M = 2,76 $\pm$ 0,257

Strecke b re M = 1,217 $\pm$ 0,195 li M = 1,234 $\pm$ 0,190

(Berechnungen s. S. 15)

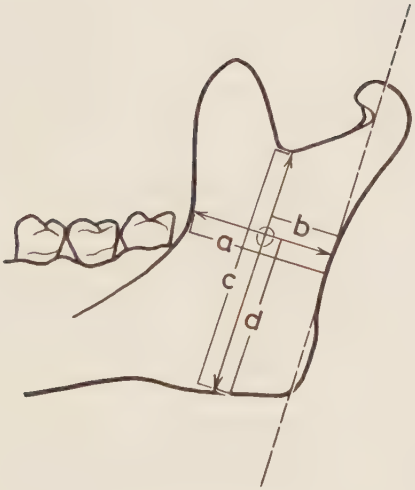

Abb. 11: Ergänzende Orientierungslinien zu Abb. 4 zur Aufstellung der Indices $\frac{a}{b}$ und $\frac{c}{d}$. Näheres siehe Text.

Dabei entspricht a der Breite des Ramus mand., b der Entfernung von For. mand. zum hinteren Ramusrand, c der Entfernung von Incisur und Kieferunterkante und d der Entfernung von For. mand. und Kieferunterkante.

Strecke c (1) ⟶

re $\bar{x} = \frac{500,1}{100} = 5,001$; li $\bar{x} = \frac{510,6}{100} = 5,106$

(2) ⟶

re $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{18,74}{99}}$ li $s_{\bar{x}} = \pm\sqrt{\frac{14,92}{99}}$

$= \pm\sqrt{0,1889}$ $= \pm\sqrt{0,1507}$

$= \pm 0,434$ $= \pm 0,388$

(3) ⟶

re $M = 5,001 \pm 0,434$; li $M = 5,106 \pm 0,388$

Strecke d

(1) ⟶

re $\bar{x} = \frac{285,6}{100} = 2,856$; li $\bar{x} = \frac{297,4}{100} = 2,974$

(2) ⟶

re $s_x = \pm\sqrt{\frac{17,2100}{99}}$ li $s_x = \pm\sqrt{\frac{18,5140}{99}}$

$= \pm\sqrt{0,1738}$ $= \pm\sqrt{0,1870}$

$= \pm 0,417$ $= \pm 0,432$

(3) ⟶

re $M = 2,856 \pm 0,417$; li $M = 2,974 \pm 0,432$

VII. LOKALISATION DES FORAMEN MANDIBULAE IM KIEFERAST DURCH AUFSTELLUNG VON INDEXWERTEN

Zur Lokalisation des Foramen mandibulae in Beziehung zur Breite des Ramus mandibulae werden zwei Werte verwendet und zwar die oben bestimmten Strecken a und b.

Aus a und b wird der Index a durch b berechnet. Ist dieser Wert = 2, so bedeutet dies, daß das Foramen genau in der Mitte der Astbreite liegt. Ist der Wert größer als 2, so ist das Foramen nach hinten verschoben; ist der Wert kleiner als 2, so ist das Foramen nach vorne verlagert. Analog wird zur Ermittlung der Höhe des Foramen im Ast Strecke c und d verwendet und daraus der Index c durch d gebildet. Auch hier gilt wieder, daß ein Wert 2 der Lage genau in der Mitte entspricht. Bei I = kleiner als 2 ist das Foramen nach oben verschoben, bei I = größer als 2 liegt das Foramen unterhalb des Mittelpunktes der Strecke c. Die Durchschnittswerte für die Strecken a, b, c und d sind:

re		li	
	a = 2,77		a = 2,76
	b = 1,22		b = 1,25
	c = 5,00		c = 5,10
	d = 2,86		d = 2,97

Die Werte der rechten und linken Seite sind praktisch gleich.
Als durchschnittlicher Index a durch b ergibt sich

$$\text{re } \frac{a}{b} = \frac{2,77}{1,22} = 2,27 \qquad \text{li } \frac{a}{b} = \frac{2,76}{1,25} = 2,24$$

Der Index c durch d errechnet sich aus

$$\text{re } \frac{c}{d} = \frac{5,00}{2,86} = 1,75 \qquad \text{li } \frac{c}{d} = \frac{5,10}{2,97} = 1,71$$

Demzufolge liegt das Foramen mandibulae nicht genau in der Mitte des Astes, sondern zum hinteren Kieferrand und zur Incisur hin verschoben.

Die Standardabweichung ergibt für

Index a : b	re $\pm$ 0,367	li $\pm$ 0,447
Index c : d	re $\pm$ 0,242	li $\pm$ 0,193

Für die Streubreiten der Indices ergeben sich folgende Werte

$\frac{a}{b}$ re	1,903 <	2,27 <	2,637	li 1,793 <	2,24 < 2,687
$\frac{c}{d}$ re	1,508 <	1,75 <	1,992	li 1,517 <	1,71 < 1,903

Das bedeutet also, daß das Foramen in extremen Fällen auch vor dem Mittelpunkt der Ramusbreite (Strecke a) liegen kann, es liegt jedoch nie tiefer als der Mittelpunkt der Strecke c.
Die Einzelwerte ergeben die Tabellen von Tabelle I u. II

Vergleicht man die Werte, aus denen die Indices gebildet werden, miteinander, so findet man folgenden Zusammenhang:
bei großen bzw. kleinen Indices bleibt a jeweils gleich groß, während b sich umgekehrt wie I verhält, also

großes I ⟶ kleines b
kleines I ⟶ großes b

Tabelle II

Extrem kleine und große Indices $\frac{a}{b}$:

re	I	a	b
	1,85	2,6	1,4
	1,88	3,2	1,7
	1,92	2,7	1,4
	1,92	2,7	1,4
	1,93	2,9	1,5
	2,77	2,5	0,9
	2,90	2,9	1,0
	3,11	2,8	0,9
	3,42	2,4	0,7
	3,75	3,0	0,8
	4,33	2,6	0,6

li	I	a	b
	1,73	2,6	1,5
	1,85	2,6	1,4
	1,92	2,7	1,4
	1,92	2,7	1,4
	1,92	2,5	1,3
	1,92	2,5	1,3
	1,92	3,1	1,6
	1,93	2,9	1,5
	1,93	2,9	1,5
	1,93	2,9	1,5
	1,93	2,9	1,5
	1,93	2,9	1,5
	1,94	3,3	1,7
	2,80	2,8	1,0
	2,80	2,8	1,0
	2,81	3,1	1,1
	3,00	2,7	0,9
	3,00	2,4	0,8
	3,00	2,4	0,8
	3,12	2,5	0,9
	3,44	3,1	

In Nähe des Mittelpunktes liegende Kontrollwerte:

re	I	a	b
	2,25	2,7	1,1
		2,7	1,2
		2,7	1,1
	2,27	2,5	1,2
		2,5	1,2
	2,28	3,2	1,4
		3,2	1,4
	2,30	2,3	1,0
		3,0	1,3
		3,0	1,3
		3,0	1,3
		3,0	1,3
		3,0	1,3

li	I	a	b
	2,21	3,1	1,4
	2,23	2,9	1,3
		2,9	1,3
		2,9	1,3
	2,25	2,7	1,2
		2,7	1,2
		2,7	1,2
		2,7	1,2
	2,27	2,5	1,4
	2,28	3,2	1,4
		3,2	1,4

Tabelle III

Extrem kleine und große Indices $\frac{c}{d}$:

re I	c	d
1,36	4,5	3,3
1,41	4,8	3,4
1,45	5,1	3,5
1,46	5,7	3,9
1,48	4,9	3,3
1,50	4,5	3,0
1,50	5,1	3,4
1,50	4,8	3,2
1,51	5,0	3,3
1,51	5,3	3,5
1,51	5,0	3,3
2,00	5,0	2,5
	4,6	2,4
	5,0	2,5
	4,8	2,4
	5,0	2,5
2,04	4,9	2,4
2,05	3,7	1,8
2,08	5,2	2,5
2,10	5,9	2,8
2,20	5,3	2,4
	5,5	2,5
2,26	5,2	2,3
2,38	5,0	2,1
2,52	4,8	1,9
2,58	3,1	1,2

li I	c	d
1,27	5,6	4,4
1,33	5,6	4,2
1,35	4,6	3,4
1,44	4,9	3,4
1,45	5,2	3,4
1,47	4,9	4,0
1,48	5,2	3,4
1,48	4,8	3,3
1,50	4,5	3,5
1,50	4,9	3,2
1,50	4,7	3,0
1,51	5,2	3,2
1,52	4,9	3,2
2,00	4,8	2,4
	5,6	2,8
2,03	5,7	2,8
2,07	5,6	2,8
2,11	5,5	2,6
2,12	5,3	2,5
2,21	5,1	2,3
2,46	3,7	1,5
2,57	4,9	1,9

In Nähe des Mittelpunktes gelegene Kontrollwerte:

re I	c	d
1,72	4,3	2,5
	5,0	2,9
	5,0	2,9
1,73	5,1	3,0
1,75	5,6	3,2
1,77	4,8	2,7
	4,8	2,7
1,78	5,0	2,8
	5,0	2,9
	5,0	2,8
	5,7	3,2
	5,7	3,2

li I	c	d
1,71	4,8	2,8
1,72	5,0	2,9
	5,0	2,9
1,73	5,3	3,0
	5,1	3,0
	5,2	3,0
	4,9	2,8
1,75	4,9	2,9
	5,1	2,9
	5,6	3,2
1,76	5,3	3,0
1,77	4,8	2,7
	5,5	3,1
1,78	5,0	2,8
	5,0	2,8
	5,0	2,8
	5,0	2,8
1,80	4,7	2,6
	5,4	3,0
	4,5	2,5

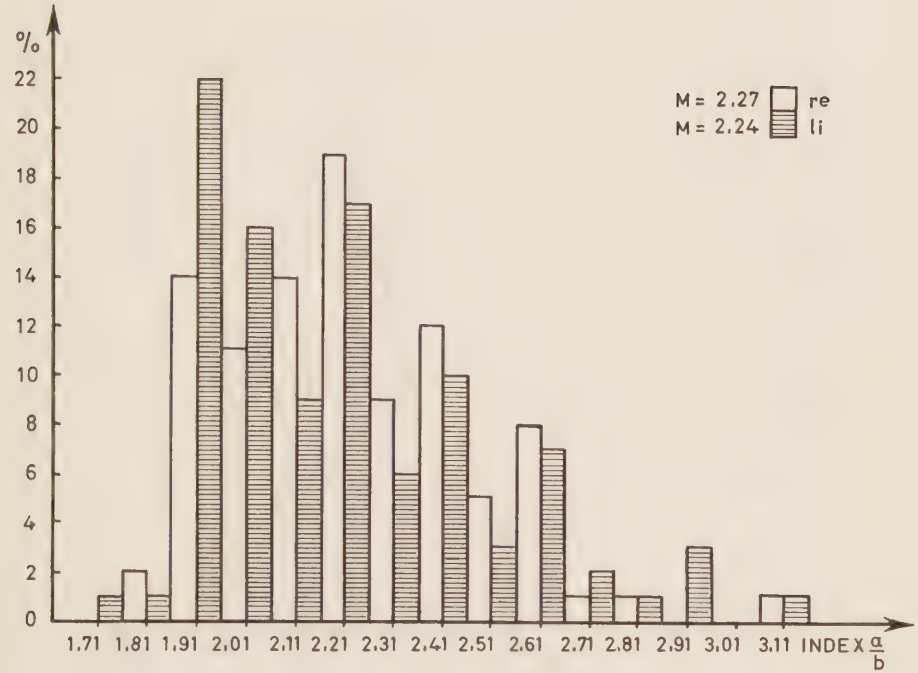

Abb. 13: Prozentuale Verteilung von Index $\frac{a}{b}$

Mittelwert und Streubereich liegen
bei $1{,}81 < 2{,}27 < 3{,}20$
bzw. $1{,}71 < 2{,}24 < 3{,}20$

Aus den Tabellen II und III ersieht man:

Bei großem I ist b bzw. d immer kleiner als der Mittelwert von b bzw. d und liegt gleichzeitig meist auch außerhalb des Streubereichs.

Bei kleinem I ist b bzw. d immer größer als der Mittelwert von b bzw. d und liegt zugleich meist außerhalb des Streubereichs. Die Größen a bzw. c liegen immer in Nähe ihres Mittelwertes und weichen nur in etwa 1/4 aller Fälle stärker ab.

Für die Praxis sind diese Überlegungen nicht zu verwenden, da hier nur ein gegebener Wert und zwar die Ramusbreite bestimmt werden kann.

Die prozentuale Verteilung von I ergibt für

$I = \frac{a}{b}$	re	li
	1,81 - 1,90 = 2 %	1,71 - 1,80 = 1 %
	1,91 - 2,00 = 14 %	1,81 - 1,90 = 1 %
	2,01 - 2,10 = 11 %	1,91 - 2,00 = 22 %
	2,11 - 2,20 = 14 %	2,01 - 2,10 = 16 %
	2,21 - 2,30 = 19 %	2,11 - 2,20 = 9 %
	2,31 - 2,40 = 9 %	2,21 - 2,30 = 17 %
	2,41 - 2,50 = 12 %	2,31 - 2,40 = 6 %
	2,51 - 2,60 = 5 %	2,41 - 2,50 = 10 %
	2,61 - 2,70 = 8 %	2,51 - 2,60 = 3 %
	2,71 - 2,80 = 1 %	2,61 - 2,70 = 7 %
	2,81 - 2,90 = 1 %	2,71 - 2,80 = 2 %
	3,11 - = 1 %	2,81 - 2,90 = 1 %
	3,42 = 1 %	3,00 = 3 %
	3,75 = 1 %	3,12 = 1 %
	4,33 = 1 %	3,44 = 1 %
	47 % < 2,27 < 51 % (2 % = 2,27)	47% < 2,24 < 52% (1%=2,24)

Die prozentuale Verteilung im Koordinatensystem zeigt Abb. 13.

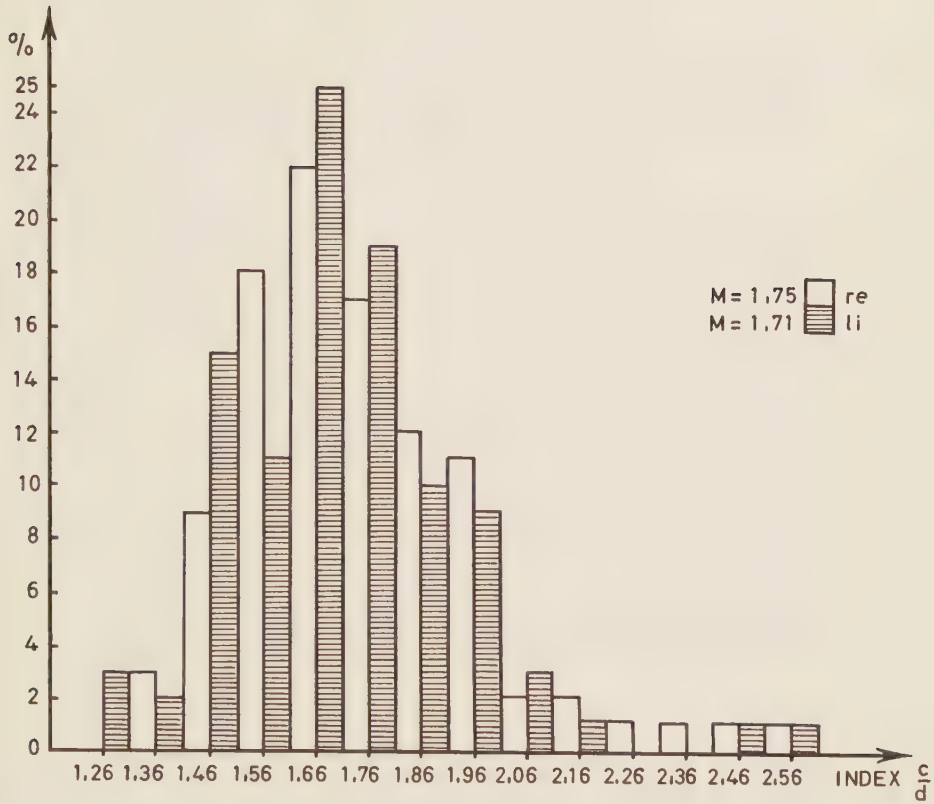

Abb. 14: Prozentuale Verteilung von Index $\frac{c}{d}$

Mittelwert und Streubereich liegen bei

$$1{,}30 < 1{,}75 < 2{,}56$$
$$\text{bzw. } 1{,}26 < 1{,}71 < 2{,}56$$

Die prozentuale Verteilung von I ergibt für

$I = \frac{c}{d}$	re	li
	1,36 - 1,45 = 3 %	1,26 - 1,35 = 3 %
	1,46 - 1,55 = 9 %	1,36 - 1,45 = 2 %
	1,56 - 1,65 = 18 %	1,46 - 1,55 = 15 %
	1,66 - 1,75 = 22 %	1,56 - 1,65 = 11 %
	1,76 - 1,85 = 17 %	1,66 - 1,75 = 25 %
	1,86 - 1,95 = 12 %	1,76 - 1,85 = 19 %
	1,96 - 2,05 = 11 %	1,86 - 1,95 = 10 %
	2,06 - 2,15 = 2 %	1,96 - 2,05 = 9 %
	2,16 - 2,25 = 2 %	2,06 - 2,15 = 3 %
	2,26 = 1 %	2,21 = 1 %
	2,38 = 1 %	2,46 = 1 %
	2,52 = 1 %	2,57 = 1 %
	2,58 = 1 %	
	48 % < 1,75 < 51 % (1 % = 1,75)	53 % < 1,71 < 46 % (1% = 1,71)

Die prozentuale Verteilung in ein Koordinatensystem übertragen gibt Abb. 14.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

Die Bestimmung des Foramen mentale und des Foramen mandibulae an 100 mazerierten Unterkiefern und deren Röntgenbildern ergab folgende Werte:

1) Das Foramen mentale liegt bei 63 % der Fälle zwischen dem 1. und 2. Prämolaren, in 33 % unter dem 2. Prämolaren, nie vor dem 1. Prämolaren und nie unter dem 1. Molaren oder distaler.

2) Die Höhe des Foramen mentale über der Basallinie des Unterkiefers beträgt im Durchschnitt 1,3 cm bei einem Maximum von 1,7 cm und einem Minimum von 0,8 cm. Die Standardabweichung beträgt $\pm$ 0,18 cm.

3) Das Foramen mentale liegt keineswegs - wie man meinen könnte - immer über dem Canalis mandibulae, sondern in 4 % der bestimmbaren 171 Kieferhälften tiefer als der Kanal, in 73 % höher und in 23 % auf gleicher Höhe wie der Kanal.

4) Eine Überschneidung von Zahnwurzel und Canalis mandibulae kam nur in 2 % aller Fälle vor. Eine Berührung der Wurzelspitzen mit dem Kanal findet sich in 13,5 %, bei dem Rest (84,5 %) liegen alle Zahnwurzelspitzen höher als der Kanal. Eine Überschneidung kommt infolge des nach hinten schräg ansteigenden Kanalverlaufes nur im Bereich der beiden hinteren Molaren vor.

5) Das Foramen mandibulae liegt in 34 % höher, in 50 % tiefer, und in 16 % auf gleicher Höhe wie die Occlusionsebene. Als Extremwert ergibt sich 1,4 cm über und 1,2 cm unter der Occlusionsebene.

6) In der Mitte der Ramusbreite liegt das Foramen mandibulae in 10,5 % der Fälle, nach hinten verschoben bei 82 %, nach vorne verlagert in 7,5 %. Im Gesamtdurchschnitt liegt es 1 - 2 mm hinter der Ramusmitte. Die extremen Werte betragen für die Verlagerung nach hinten 0,5 cm und nach vorn 0,2 cm.

7) Die Entfernung des Foramen mandibulae von der Vorderkante des aufsteigenden Unterkieferastes beträgt im Durchschnitt 1,5 cm bei einer Standardabweichung von $\pm$ 0,2 cm und Extremwerten von 1,1 cm - 2,2 cm.

8) Der Kieferwinkel beträgt im Durchschnitt 127° bei einer Standardabweichung von $\pm$ 7° und Extremwerten von 110° bzw. 142°.

9) Ein Index $\frac{a}{b}$ aus Ramusbreite und Foramenabstand von der Hinterkante ergibt Aufschluss über die Lage des Foramen in bezug auf die Ramusbreite. Dieser Index beträgt im Durchschnitt 2,25 bei einer Standardabweichung von $\pm$ 0,40.

10) Für die Lage des Foramen mandibulae auf die Höhe im Ast bezogen wird ein Index $\frac{c}{d}$ aus dem Abstand der Incisura mandibulae von der Basislinie und dem Abstand des Foramen von der Basislinie aufgestellt. Der Index beträgt im Durchschnitt 1,73 bei einer Standardabweichung von $\pm$ 0,21.

IX. LITERATURANGABEN

HARTMANN P.R. — Das Foramen mentale beim Menschen und beim Affen Diss.-Arbeit Basel 1966

HOLLINSHEAD W.H. — Anatomy for Surgeons New York: Hoeber-Harper(1961) Bd. I , 369

KEITER F. — Vorschläge zur Methodik der Unterkieferbeobachtung Anthropol.Anz. 6 , 514 (1929)

MARTIN R. — Lehrbuch der Anthropologie Bd. II Jena: G.Fischer-Verl. 1928

SCHULZ H.E. — Ein Beitrag zur Rassenmorphologie des Unterkiefers Zeitschr. f. Morphologie und Anthropologie 1933 Bd.XXXII

TEBO G. und TELFORT I. — Referat über die Lokalisation des Foramen mentale in bezug auf die Zähne Anat.Record 106 , 1950 , 254

VIRCHOW H. — Zahnbogen und Alveolarbogen Zeitschr. f. Ethnol. 48 , 272 (1916)

LEBENSLAUF

Am 15. Juni 1940 wurde ich , Nora Christiansen, als Tochter des Dr. med. Leo Christiansen und seiner Ehefrau Gisela geb. Schiele in Nissi-Estland geboren.

Ich besuchte vier Klassen der Volksschule Isny im Allgäu und fünf Klassen des Progymnasiums Isny im Allgäu. Die weiteren Jahre verbrachte ich an den Gymnasien Wangen im Allgäu und Freudenstadt und bestand im Frühjahr 1959 in Wangen das Abitur.

Im WS 1959 immatrikulierte ich mich an der Med. Fakultät der Universität Tübingen; dort bestand ich im Herbst 1960 das Vorphysikum und im Herbst 1962 das Physikum.

Nach zwei Semestern an der Universität in Graz kehrte ich nach Tübingen zurück und beendete im Januar 1966 mit Erfolg das Staatsexamen.

Im August 1966 erlangte ich nach der Absolvierung meiner Medizinalassistentenzeit die Approbation.